

УДК 628.1

Н.Г.НАСОНКІНА, д-р техн. наук

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м.Макіївка

ВИБІР СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Розглядаються питання вибору системи водопостачання з урахуванням оцінки екологічної безпеки й економічної ефективності.

Діяльність людини за останні десятиліття призвела до збільшення навантаження на водні об'єкти і прогресуючого погіршення якості води. В даний час лише 1% поверхневих джерел водопостачання відноситься до 1 класу, а 17% – не відповідає навіть 3 класу [1]. У 260 населених пунктах України питна вода за окремими фізико-хімічними показниками (загальний солевміст, жорсткість, концентрація заліза, нітратів, аміаку, перманганатна окисність та ін.) не відповідає вимогам ДержСанПіН "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання". Особливо несприятлива ситуація з якістю води склалася в Донецькій, Луганській, Хмельницькій, Запорізькій і Херсонській областях, де близько 14% від загальної добової подачі води не відповідає вимогам стандарту [2]. Така ситуація призвела до того, що в Україні тільки за 2005 р. було зареєстровано 8 спалахів інфекційних хвороб, пов'язаних з якістю питної води [3].

Ускладнює ситуацію і той факт, що технологічні схеми, що використовуються на ряді водоводів, не відповідають рівню забруднення джерел водопостачання і не забезпечують необхідну якість питної води. Порушення санітарних норм на діючих водопроводах в порівнянні з 1991 р. збільшилося з 16 до 30% [1]. Таким чином, можна констатувати наростаюче антропогенне навантаження на водні ресурси і, як наслідок, – зростання загрози не тільки для водних екосистем, але і для господарсько-питного водопостачання. Тому необхідне розроблення вибору систем водопостачання з урахуванням екологічного ризику.

Роботи по вивченню екологічної безпеки систем водопостачання виконувалися під керівництвом професорів А.В.Яценка, Б.М.Долгоносова, В.І.Кичигіна [4-6] та ін. Автори відзначають, що сучасні технології очищення води необхідно орієнтувати на оцінку ризику. Проте, сьогодні ще не повністю вирішена задача комплексної оцінки екологічної безпеки систем питного водопостачання.

Метою статті було дослідження вибору системи водопостачання з урахуванням економічної ефективності та екологічної безпеки.

Оперативне управління процесами забезпечення надійності сис-

тем водопостачання нерідко пов'язане з проблемами вибору управлінських рішень в умовах швидкої і глибокої зміни чинників, що впливають на надходження до споживачів води у заданому об'ємі й оптимальної якості. Для об'єктивного і оперативного реагування на негативні зміни цих чинників недостатньо даних моніторингових спостережень. Велике значення має можливість швидкого аналізу потенційних сценаріїв розвитку кризових ситуацій і вибору найбільш відповідного (за економічними й екологічними ознаками) варіанту управлінських рішень. Таку можливість надають методи комплексної оцінки стану системи і можливості появи ризику. Зростання ризику і зниження безпеки для систем водопостачання пояснюється, по-перше, значним зменшенням запасів води; а по-друге – різким погіршенням якості природних вод. Отже, обидва чинника необхідно оцінювати одночасно.

При створенні програмних засобів оцінки стану системи враховувалося, що якість води у споживача є результатом зміни речовинних та енергетичних потоків унаслідок різних чинників і навантажень в системі в цілому. Координуючим вектором системної моделі повинно служити використання інтегральних показників стану елементів системи (рис.1). Всі ці екосистеми тісно пов'язані між собою в екологічному відношенні. Наприклад, для погіршення якості води на виході із очисних споруд велике значення має надходження біогенних речовин з водних джерел і застосування різних реагентів для очищення та знезараження води.

Для оцінки екологічної безпеки розробляється системна модель. У якій розглядається ієрархічна логіко-математична структура для класифікації безпеки стану системи питного водопостачання (рис.1). Така структура класифікації моделі не лише забезпечує оцінку загального стану системи, але і дозволяє судити про те, як зміна окремих показників підсистем впливає на стан всієї системи. Це в свою чергу визначає напрям зусиль на поліпшення того показника, який має найсильніший вплив на стан.

Оцінка стану системи, підсистем в моделі виконується паралельно по двох напрямках – кількісному й якісному. Логічна функція, яка базується на безлічі якісних станів окремих показників, класифікується якісним станом всієї системи. На безлічі станів окремих підсистем проводиться кількісна міра. На підставі заходів окремих підсистем визначається кількісна міра всієї системи. За величиною наближення заходів до того або іншого нормативу здійснюється оцінка екологічної безпеки системи.

Існуючий підхід до вибору системи водопостачання [7] включає вибір очисних споруд виходячи з якості води в джерелі і з урахуван-

ням забезпечення вимог ГОСТу 2874-82 на виході із станції. Такий підхід, на жаль, недостатньо обґрунтований, особливо для крупних міст у зв'язку з можливістю вторинного забруднення води в процесі її очищення і транспортування. Особливо гостро проблема підтримки якості води у споживача відчувається в системах із зношеними трубопроводами і в умовах зниження водоспоживання, що спостерігається сьогодні у всьому світі.

Комплекс програми призначений для ухвалення рішень щодо поліпшення екологічного стану систем питного водопостачання. Її окремі блоки можуть бути ефективно використані для вирішення ряду приватних задач в проектній і водогосподарській практиці. В цілому вся система блоків дозволяє визначити комплекс основних заходів щодо підвищення екологічної безпеки системи питного водопостачання.

Блоки згруповані за призначенням:

- оцінка стану джерела і вибір споруд попереднього очищення природної води;
- підбір основних споруд водопровідної станції, виходячи із забезпечення якості води;
- аналіз зміни якості води при її транспортуванні і перерахунок критеріїв якості води на виході з очисних споруд, із урахуванням забезпечення необхідної якості води у споживача;
- економічна й екологічна оцінка остаточного вибору споруд і системи питного водопостачання (централізована, децентралізована, з елементами децентралізації, з пристроєм очисних установок на мережі або у споживача).

При виборі системи водопостачання необхідно застосовувати також економічні критерії вартості контролю і заходів щодо поліпшення якості води, як природної, так і питної. Методологічною основою служить використання економічних аналізів типу "вартість - вигода" і "ризик - вартість". Згідно з даною теорією зіставляються витрати, пов'язані із здійсненням заходів, направлених на охорону навколишнього середовища, контроль за її забрудненням, величини збитку, який запобігається. Практично такий аналіз завершується побудовою двох кривих, що відображають функцію вартості (витрат) і функцію вигоди залежно від рівня контролю за забрудненням, тобто від ступеня планованого його зниження. На місці перетину двох кривих визначається рівень контролю, при якому вироблювані витрати еквівалентні одержуваній вигоді (рис.2) [3].

При встановленні нормативу (допустимого рівня забруднення) розраховується зважена сума вартості і ризику ($a = a_1r + a_2c$), міні-

мальна величина якої визначає якнайменшу суперечність досягнення компромісу між охороною здоров'я населення і темпами зростання економіки.

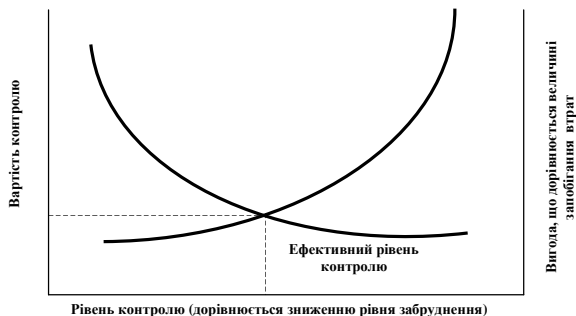


Рис.2 – Визначення рівня контролю за забрудненням на підставі аналізу "вартість - вигода"

Для встановлення допустимого рівня забруднення середовища застосовується аналіз "ризик - вартість". При цьому також будується графік з двома пересічними кривими, одна з яких відображає функцію ризику від забруднення, а друга – вартість від його запобігання (рис.3) [3]. У основі такої побудови кривих лежить уявлення про нульове значення ризику тільки у разі нульового забруднення. Це дозволяє зробити висновок, що за умови повного запобігання забруднення функція спрямовується до нескінченності, виключаючи можливість практичного рішення такої задачі.

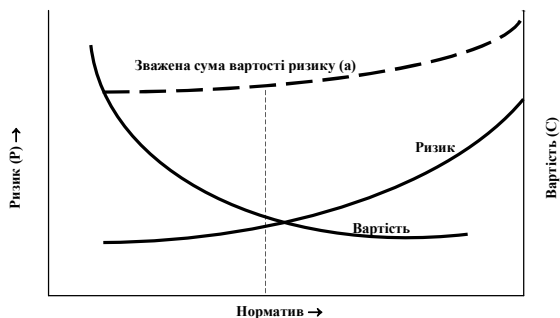


Рис.3 – Визначення нормативу якості

Для оцінки запропонованої системи розглянемо приклад. Вода в с.Артема подається з свердловин. Підземні води характеризуються високою мінералізацією, низькою надійністю системи (0,4), високим індексом екологічної безпеки (3,64), що свідчить про моральний і фізичний знос системи. Зростання чисельності населення в селі зумовило додаткову проблему – дефіциту дебіту свердловин. На підставі комплексної оцінки екологічної безпеки виявлені лімітуючі ознаки шкідливості (погана якість початкової води, знос системи подачі і розподілу води, недостатні витрати). Для підвищення якості питної води запропоновано використовувати як додаткове джерело природну воду від П Донецького водоводу. Даний захід дозволяє підвищити надійність системи до 0,9, індекс екологічної безпеки – до 0,1, а також зменшити собівартість води з 2 до 1,3 грн/м³.

Розширене використання математичного моделювання процесів зміни якості води – це лише частина загальної програми заходів, спрямованих на підвищення надійності систем водопостачання міст і сіл. Її основною ланкою є заходи, пов'язані з попередженням негативних змін стану якості води у споживачів.

Запропонована методика вибору системи водопостачання дозволяє прогнозувати ризик у системі і заздалегідь його попереджати.

1.Роговец А.И. Санитарно-эпидемиологическая оценка состояния питьевого водоснабжения в РФ // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. – №12. – С.14-15.

2.Квашук Л.П., Пічкур М.Г. Аналіз стану та використання водних ресурсів України // Вода і водоочисні технології. – 2002. – №2-3. – С.6-9.

3.Насонкина Н.Г. Повышение экологической безопасности систем питьевого водоснабжения. – Макеевка: ДонНАСА, 2005. – 181 с.

4.Долгонос Б.М., Дятлов Д.В., Сураева Н.О. и др. Информационно-моделирующая система управления технологическими режимами на водопроводной станции // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – №6. – С.5-9.

5.Кичигин В.И., Палагин Е.Д. Комплексная оценка качества природных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – №7. – С.11-15.

6.Яцик А.В. Водогосподарська екологія: У 4-х т., 7-и кн. – К.: Генеза, 2004. – Т.3, кн.5. – 496 с.

7.Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.

Отримано 05.11.2006